

Avances de investigación

Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica

Humberto Esquivel¹; Muhammad Ibrahim²; Celia A. Harvey²; Cristóbal Villanueva²; Tamara Benjamin²; Fergus L. Sinclair³

Palabras claves: abundancia; árboles en pasturas; cobertura arbórea; densidad; frecuencia; riqueza.

RESUMEN

Se seleccionaron al azar 16 fincas con ganadería activa para realizar el inventario de los árboles dispersos en potreros. Se inventariaron 199 potreros en una superficie de 835,8 ha, de los cuales el 72% se encontraba con pasturas mejoradas y el 28% con nativas. Se encontraron 5896 árboles, pertenecientes a 99 especies y 39 familias. De las especies registradas, 20 estaban representadas solamente por un individuo y siete por dos individuos. El uso más frecuente de los árboles encontrados fue maderable, seguido por forrajeros y frutales (50, 27 y 27%, respectivamente). El 54% de los árboles se encontraba en forma individual, mientras que los restantes estaban formando pequeños grupos. La cobertura arbórea promedio fue de 7%, con una densidad promedio de 8,6 árboles ha⁻¹. Las especies arbóreas más abundantes y frecuentes fueron el roble (*Tabebuia rosea*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), laurel (*Cordia alliodora*) y coyol (*Acrocomia vinifera*). Los árboles presentaron un dap promedio de 44,8 cm, siendo guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y jenízaro (*Samanea saman*) los de mayor tamaño y copa más grande. Se concluye que, aunque pocas especies dominen el paisaje, existe una gran diversidad de especies de árboles dispersos en los potreros, en bajas densidades para no interferir con la actividad ganadera.

Dispersed trees in pastures of cattle farms in a dry ecosystem in Costa Rica

Key words: Abundance; density; frequency; species richness; tree cover; trees in pastures.

ABSTRACT

Sixteen cattle farms were selected to conduct a tree inventory of all trees dispersed within the pastures. A total of 199 pasture plots, occupying an area of 835.8 ha, were inventoried. Improved pasture species covered 72% of the area and native grasses were present in 28%. A total of 5896 trees were found, belonging to 99 species and 39 families. The most frequent type of tree was timber, followed by fodder and fruit (50, 27 and 27%, respectively). Fifty-four percent of the trees were present in the plots as individual trees, whereas the remainder formed small groups. Mean tree crown cover was 7%, with a mean density of 8.6 trees ha⁻¹. The most abundant and frequent tree species were *Tabebuia rosea*, *Guazuma ulmifolia*, *Cordia alliodora* and *Acrocomia vinifera*. The trees presented a mean dbh of 44.8 cm, with *Enterolobium cyclocarpum* and *Samanea saman* presenting the tallest and widest crowns. It is concluded that although few species dominate the landscape, there is high tree species richness in the pasturelands of cattle farms, but they are maintained at low densities, probably in order not to affect animal productivity.

INTRODUCCIÓN

Las pasturas en Centroamérica se han establecido, por lo general, inmediatamente después de la tumba, roza y quema o bien después de un corto período de cultivos agrícolas, dando lugar a un paisaje fragmentado por pasturas. Estas prácticas han acarreado la tala y la conversión de grandes extensiones de bosque hacia pasturas. Sin embargo, los beneficios de la conversión del bosque tropical a pastura son temporales (± 5 años), debido principalmente a la rápida pérdida de nutrientes, compactación y erosión del suelo que resultan en la de-

gradación de la pastura (Lovejoy 1985, Nepstad *et al.* 1991). Por otro lado, la reducción de subsidios, la caída internacional del mercado de la carne y la leche y la poca sostenibilidad de los sistemas han creado la necesidad de buscar alternativas para diversificar y hacer más rentables y sostenibles las fincas ganaderas sin detrimento del medio ambiente.

Mantener o incrementar árboles dispersos en potreros representa una opción viable para incrementar la pro-

¹ Candidato doctoral en Agroforestería, CATIE, Sede Central. Profesor-Investigador UADY (Universidad Autónoma de Yucatán). Correo electrónico: hesqui@catie.ac.cr (autor para correspondencia).

² Departamento de Agricultura y Agroforestería, CATIE, Sede Central. Correos electrónicos: mibrahim@catie.ac.cr; charvey@catie.ac.cr; cvillanu@catie.ac.cr

³ Escuela de Ciencias Agrícolas y Forestales. Universidad de Gales, Bangor, UK. Correo electrónico: f.l.sinclair@bangor.ac.uk

ductividad y sostenibilidad de las fincas ganaderas. Esta estrategia permite la diversificación de productos y brinda otros beneficios productivos y ambientales. Los árboles aportan madera, postes, leña, productos medicinales y alimento para los humanos y el ganado. Además, proporcionan servicios ambientales tales como el secuestro de carbono, la conservación de la biodiversidad y el embellecimiento del paisaje (Schellas y Greenberg 1996, Guevara *et al.* 1998, Harvey y Haber 1999, Franke *et al.* 2001).

En Centroamérica, muchos ganaderos mantienen árboles dispersos en sus potreros, con una amplia distribución y composición de especies. Existen algunos estudios que han caracterizado los árboles en potreros (Guevara *et al.* 1998, Harvey y Haber 1999, Souza de Abreu *et al.* 2000) a través de inventarios parciales debido, generalmente, a la limitación de recursos (Souza de Abreu 2002). Sin embargo, el inventario completo de los árboles dispersos en potreros es necesario, pues permitirá entender la importancia social, ecológica y económica de este componente y, al mismo tiempo, generará información útil para el diseño de sistemas silvopastoriles. El objetivo de este estudio fue inventariar y caracterizar la cobertura arbórea en potreros de Cañas, Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en Cañas, Guanacaste, Costa Rica (10°25'N y 85°06'O, 60-250 msnm). El área está clasificada como Bosque Seco Tropical (Holdrige 1978). La precipitación anual varía de 1000 a 2500 mm, con una estación seca bien marcada, entre diciembre y abril. La temperatura promedio es de 27,6 °C, variando entre los 23 y 31 °C. Los suelos son de origen volcánico, bien drenados, con profundidades de hasta 100 cm.

De las 53 fincas disponibles en la base de datos del proyecto FRAGMENT⁴, se seleccionaron 16 con ganadería activa, distribuidas en cuatro grupos de acuerdo al tamaño y sistema de producción: a) fincas pequeñas (1-50 ha) con sistema de producción mixto (agricultura y ganadería; 4); b) fincas pequeñas (1-50 ha) con sistema de producción de carne (4); c) fincas medianas (50-100 ha) con sistema de producción de carne (5), y c) fincas grandes (> 100 ha) con sistema de producción de carne (3). Las 16 fincas se localizaron en la imagen Ikonos 2001 con una resolución espacial de 1 m y disponible para el proyecto TROF⁵, y se delinearon sus límites utilizando el programa Arcview GIS 3.2 con base en los planos catastrales. Se cla-



Árboles en potrero en Cañas, Costa Rica (proyecto FRAGMENT).

sificaron los usos del suelo de cada apartado en cada finca, en pasturas, bosques, bosques riparios, áreas agrícolas, charrales (áreas en regeneración natural) y asentamientos humanos. Se verificaron los usos del suelo y los límites de cada finca mediante visitas de campo y entrevistas con los productores. Se calculó el área total de la finca y el área de cada apartado utilizando sistemas de información geográfica (Arcview 3.2; ESRI, Redlands, CA, EUA).

El área total de las 16 fincas fue de 1073 ha, de las cuales 836 estuvieron cubiertas por pasturas. Se midió el diámetro a la altura del pecho (dap), altura total, altura del fuste y área de copa de todos los árboles encontrados (con dap >10 cm) y se identificó cada especie en el campo con el apoyo de un asistente local. Adicionalmente, cada especie arbórea fue clasificada de acuerdo con su uso (maderable, forrajera y frutal) y el arreglo (árboles individuales o grupos pequeños). El área de la copa fue calculada con la fórmula de la elipse, midiendo dos diámetros perpendiculares; los árboles en grupo se consideraron como una sola copa. La cobertura arbórea por potrero se determinó mediante la sumatoria del área de copa de los árboles dividida entre el área del potrero.

⁴ Proyecto financiado por la Comunidad Europea (INCO), "Developing Methods and Models for Assessing the Impacts of Trees on Farm Productivity and Regional Biodiversity in Fragmented Landscapes", CATIE.

Análisis de la información

Los datos del inventario de árboles se analizaron mediante estadística descriptiva, por medio del programa InfoStat (2004). Las curvas de abundancia y de acumulación de riquezas se construyeron con el programa EstimateS (Colwell 1997) y BioDiversity Pro (McAleece 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los potreros, bosques riparios, cultivos agrícolas —principalmente caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), melón (*Cucumis* sp.) y sandía (*Passiflora* sp.)—, así como los árboles aislados en potreros, se encuentran comúnmente presentes en el paisaje. El tamaño promedio de las fincas es de 67,1 ha, de las cuales los potreros ocupan un 78%. Las pasturas mejoradas ocupan el 72% del área, y las pasturas naturalizadas el 28% restante. Las principales especies de pasto mejorado son *Brachiaria brizantha* y *Brachiaria decumbens*, y las especies naturalizadas son *Hyparrhenia rufa* y *Paspalum* spp.

Se encontraron 5896 árboles (dap >10 cm), pertenecientes a 39 familias y 99 especies. Se encontraron árboles dispersos en potreros en todas las fincas estudiadas y en el 87% de los potreros. La prevalencia de árboles dispersos en pasturas ha sido reportada por otros autores. En Costa Rica, Harvey y Haber (1999) encontraron árboles dispersos en el 100% de las fincas lecheras en Monteverde; Stokes *et al.* (2001) mencionan que el 88% de los productores en Cañas mantienen árboles en potreros, y Souza de Abreu (2002) encontró árboles en potreros en más del 90% de las fincas en San Carlos. Similarmente, en el Caribe de Colombia se han encontrado árboles en el 100% de las fincas (Cajas y Sinclair 2001) y, en Matiguás y Rivas (Nicaragua), en el 90% de ellas (Gómez *et al.*, datos sin publicar).

El 54% de los árboles se encuentra en forma individual y el 46% restante está formando pequeños grupos. La cobertura arbórea promedio por potrero fue de un 7%, con un amplio rango (0 a 49%; Figura 1a), donde la mayoría (93%) de los potreros presentó coberturas arbóreas menores al 20% y solamente el 7% de ellos coberturas mayores al 20%. La densidad promedio de árboles por potrero fue de 8,6 árboles ha⁻¹, variando entre 1,4 y 14,8 árboles ha⁻¹ para las fincas y entre 0 y 68,0 árboles ha⁻¹ para los potreros (Figura 1b), donde el 92% de los potreros tuvo densidades menores a 20 árboles ha⁻¹ y el 7% mayores a esa cantidad. La gran variabilidad en cobertura arbórea se puede deber a factores como la topografía del terreno y las características del suelo, el tipo de finca y su localización, la carga animal y los objetivos y preferencias de los productores en cuanto a leñosas. La densidad de árboles encontrada en este estudio es similar a la reportada por otros investigadores en la misma zona (Morales y Kleinn 2001) y en fincas ganaderas de Chiapas, México (Otero-Araniz *et al.* 1999), lo cual sugiere que existe poca cobertura arbórea en las fincas ganaderas en general. La baja densidad de árboles en potreros se puede deber a los daños y la mortalidad de plántulas causada por el ganado en pastoreo y a la regulación por los ganaderos mediante el uso frecuente de herbicidas o chapeas (Camargo 2000).

Las especies de árboles dispersos más abundantes y frecuentes en los potreros son roble (*Tabebuia rosea*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), laurel (*Cordia alliodora*), coyol (*Acrocomia vinifera*), nance (*Byrsonima crassifolia*) y corteza amarilla (*Tabebuia ochracea*), las cuales conforman cerca del 60% del total de individuos. Otras especies comunes, aunque menos abundantes, son pochote

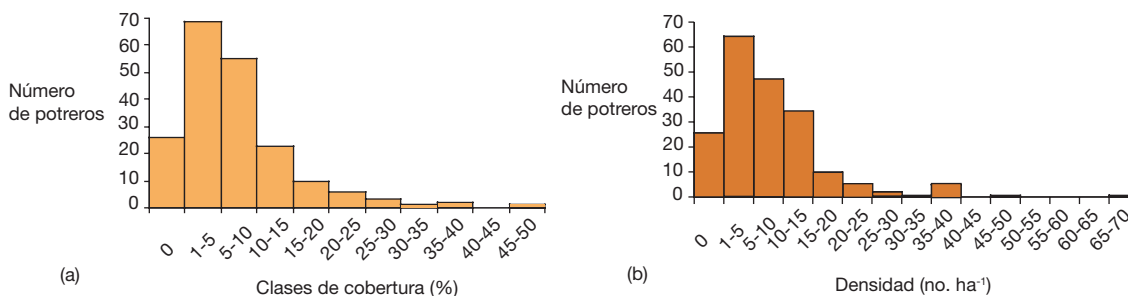


Figura 1. Distribución de frecuencias de la cobertura arbórea (a) y de la densidad (b) de árboles dispersos en los potreros ($n = 199$) de 16 fincas ganaderas de Cañas, Costa Rica, 2002.

(*Pachira quinata*), jiñote (*Bursera simaruba*), jenízaro (*Samanea saman*), cedro (*Cedrela odorata*) y guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*; Cuadro 1), las cuales concuerdan con la preferencia de los productores por mantener las especies dentro los de potreros (Muñoz 2004). Algunos estudios demuestran que, en general, las fincas ganaderas de América Latina presentan una alta diversidad de especies arbóreas, aunque muchas especies se encuentran en bajas densidades (Guevara *et al.* 1998, Harvey y Haber 1999, Otero-Arnaiz *et al.* 1999, Cajas y Sinclair 2001). Esta gran riqueza de especies pudiera estar relacionada a estrategias de los productores para diversificar sus ingresos y aprovechar el valor comercial de los árboles maderables, obtener follaje y frutos para alimentar el ganado y proporcionar medicinas y alimentos a los propios ganaderos y a la fauna silvestre (Stokes 2001).

De las 99 especies registradas, 20 están representadas solamente por un individuo y siete por dos. Esta situación puede acarrear la pérdida de algunas especies valiosas en el futuro debido a su tala o cosecha, ya que su adecuada conservación recae en prácticas de manejo que favorezcan su regeneración. Contrariamente a la riqueza, la abundancia de la mayoría de las especies es baja, ya que son pocas las que dominan el paisaje. Esto se puede deber a la preferencia de los productores por

seleccionar algunas especies que les sean más favorables, o bien, a la capacidad de regeneración de algunas especies resistentes al fuego —como el coyol— o especies cuyas semillas ya han sido previamente descascarificadas por el ganado, como guácimo, guanacaste y jenízaro. El uso más frecuente de los árboles encontrados fue el maderable, seguido por especies forrajeras y frutales (50, 27 y 27%, respectivamente).

En las condiciones de Cañas, la curva de acumulación de especies (Figura 2) muestra una tendencia a incrementarse conforme se incrementa el número de potreros inventariados, y que aproximadamente el 80% de las especies se encuentran inventariando alrededor de 2000 individuos. Esta tendencia puede indicar que hay que hacer inventarios en grandes áreas para encontrar todas las especies presentes.

El dap promedio de los árboles encontrados fue de 44,8 cm, con un rango de entre 10 y 269,7 cm. La mayoría (71%) de los árboles presentó un dap de entre 20 y 60 cm, mientras que el 9,8 y 3,8% de los árboles presentaron un dap de entre 10 y 20 cm, y más de 100 cm, respectivamente (Figura 3). Guácimo, guanacaste, *Ficus* spp., jenízaro, pochote, canelo y nance son las especies de árboles con más individuos grandes (dap >100 cm).

Cuadro 1. Especies de árboles dispersos más frecuentes y abundantes en fincas ganaderas de Cañas, Costa Rica, 2002.

Nombre científico	Familia	Abundancia			Frecuencia	
		n	% ^z	% ^y	Fincas ^x	Potr ^w
<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	756	12,8	12,8	15	119
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	742	12,6	25,4	16	117
<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	707	12,0	37,4	16	85
<i>Acrocomia vinifera</i>	Arecaceae	632	10,7	48,1	15	78
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	434	7,4	55,5	14	61
<i>Tabebuia ochracea</i>	Bignoniaceae	265	4,5	60,0	14	73
<i>Pachira quinata</i>	Bombacaceae	183	3,1	63,1	13	33
<i>Andira inermis</i>	Papilionaceae	169	2,9	65,9	14	69
<i>Lonchocarpus</i> sp.	Papilionaceae	158	2,7	68,6	16	55
<i>Acosmium panamense</i>	Papilionaceae	140	2,4	71,0	9	36
<i>Bursera simaruba</i>	Burceraceae	127	2,2	73,2	13	29
<i>Maclura tinctoria</i>	Moraceae	98	1,7	74,8	12	42
<i>Ocotea veraguensis</i>	Lauraceae	97	1,7	76,5	9	40
<i>Hymenaea courbaril</i>	Caesalpinaceae	82	1,4	77,8	11	43
<i>Spondias purpurea</i>	Anacardiaceae	81	1,4	79,2	12	30
<i>Samanea saman</i>	Mimosaceae	77	1,3	80,5	12	39
<i>Myrospermum frutescens</i>	Papilionaceae	74	1,2	81,8	10	34
<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	67	1,1	82,9	12	43
<i>Lonchocarpus felipei</i>	Papilionaceae	58	1,0	83,9	11	32
<i>Gliricidia sepium</i>	Papilionaceae	58	0,9	84,9	5	10
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Mimosaceae	57	0,9	85,9	14	37
Otras especies	Varias	834	14,1	100,0	nd	nd

^z porcentaje del total de individuos ($n=5896$); ^y porcentaje acumulado; ^x número de fincas ($n=16$) en las que la especie está presente; ^w número de potreros ($n=199$) en que la especie está presente; nd = no disponible.

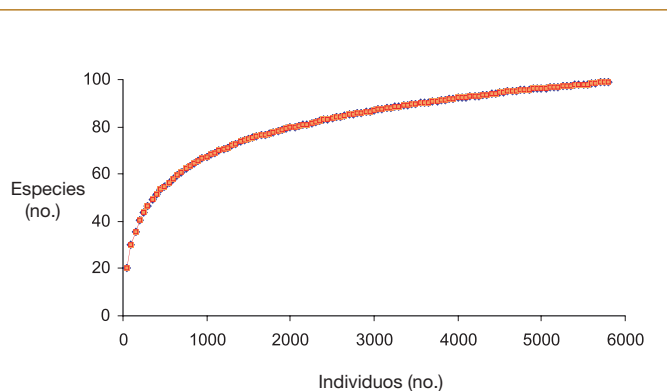


Figura 2. Curva de acumulación de especies de árboles dispersos en potreros ($n=5896$) de fincas ganaderas ($n=16$) en Cañas, Costa Rica, 2002.

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre especies para las variables dasométricas y el área de copa medidas en los árboles individuales (Cuadro 2). Guanacaste, jenízaro y guácimo, usados principalmente como sombra para el ganado, presentaron los mayores dap, mientras que coyol, roble y corteza amarilla presentaron los menores dap. El nance y el canelo fueron las especies de menor altura y menor tamaño de fuste. Guanacaste y jenízaro fueron las especies con mayor tamaño de copa, seguidas por canelo, guácimo y almendro; mientras que el roble y el coyol fueron las especies de árboles de menor área de copa. Las diferencias dasométricas entre las especies, las preferencias de los productores y el uso de herbicidas podrían estar afectando la densidad y composición de especies (abundancia y frecuencia) arbóreas en potreros.

Estudios de conocimiento local en la zona muestran que los productores prefieren especies de alto valor maderable, así como también especies que proporcionen forraje y frutos a los animales (Muñoz 2003). Las especies maderables valiosas con grandes copas como guanacaste y jenízaro se encontraron dispersas en potreros en bajas densidades ($< 2\%$); esto sugiere que árboles con grandes copas puedan ser mantenidos a bajas densidades en los potreros para brindar sombra y confort al ganado sin interferir con la producción animal. Sin embargo, lo más probable es que los productores no van a manejar mayores densidades de estas especies en potreros; por lo tanto, hay que buscar otras estrategias para incrementar la densidad arbórea en potreros.

CONCLUSIONES

Se encontraron árboles en todas las fincas inventariadas y en el 87% de los potreros. Cerca de la mitad de los árboles se encuentran dispersos, con menos de 20 especies dominando el paisaje. Roble, coyol, guácimo y laurel son las especies de árboles más abundantes en los potreros de las fincas ganaderas de Cañas, Costa Rica.

La cobertura y densidad de árboles es baja, irregular y dispersa en los potreros, porque la mayoría de los árboles fueron generalmente eliminados durante el establecimiento de pasturas en monocultivos, pero los rangos de dap observados constituyen un indicador de la regeneración natural de árboles en potreros.

Los ganaderos tienden a manejar una amplia diversidad de especies en sus potreros para satisfacer diferentes necesidades. Las especies con grandes copas —como guana-

Cuadro 2. Área de copas y algunas variables dasométricas de las principales especies arbóreas dispersas en potreros de fincas ganaderas en Cañas, Costa Rica, 2002.

Especie	Área de copa promedio (m^2 árbol ⁻¹)	dap promedio (cm)	Altura total promedio (m)	Altura del fuste promedio (m)	Densidad (no. ha ⁻¹)	CC (%) ^z
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	481,7 a	92,6 a	15,9 a	3,8 a	0,05	3,8
<i>Samanea saman</i>	303,1 b	57,5 c	14,2 b	3,1 ab	0,07	4,1
<i>Maclura tinctoria</i>	154,9 c	42,7 d	11,8 cd	1,9 d	0,09	1,6
<i>Andira inermis</i>	147,9 c	60,0 b	9,9 ef	2,5 bcd	0,16	4,3
<i>Guazuma ulmifolia</i>	141,6 c	58,9 bc	10,8 e	2,7 bcd	0,69	15,1
<i>Pachira quinata</i>	117,5 d	53,7 c	12,1 cd	3,6 a	0,17	3,2
<i>Byrsonima crassifolia</i>	99,0 d	50,1 c	8,6 f	2,1 cd	0,40	7,8
<i>Tabebuia ochraceae</i>	95,1 d	33,6 e	10,9 de	3,4 a	0,25	4,2
<i>Cordia allidora</i>	89,2 d	43,0 d	13,4 bc	3,8 a	0,66	10,8
<i>Lonchocarpus</i> sp.	68,7 e	31,5 e	9,0 f	2,5 bc	0,15	1,8
<i>Tabebuia rosea</i>	63,7 e	36,6 e	10,7 de	3,6 ab	0,70	10,7
<i>Acrocomia vinifera</i>	21,2 f	36,4 e	9,9 ef	na	0,59	2,5

Promedios con letra igual en la misma columna no son estadísticamente diferentes ($P > 0,05$).

^zCC: Cobertura de copas, expresada en porcentaje del área total de cobertura (53,0 ha).

caste y jenízaro— son mantenidas en bajas densidades, mientras que las especies con áreas de copa menor —como coyol, laurel y roble— se encuentran en mayores densidades.



Ganado aprovechando la sombra de los árboles en un potrero en Cañas, Costa Rica (proyecto FRAGMENT).

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a Bertino Jiménez, Alexis Pérez y Paulo Dittel, por su invaluable asistencia en el campo, y a Stefan Kunth, por su apoyo con las imágenes.

Esta investigación se realizó como parte del proyecto FRAGMENT (“Developing Methods and Models for Assessing the Impacts of Trees on Farm Productivity and Regional Biodiversity in Fragmented Landscapes”), financiado por el European Community Fifth Framework Programme (INCO-Dev ICA4-CT-2001-10099). Los autores son responsables del material reportado en este trabajo; esta publicación no representa la opinión de la Comunidad Europea y la Comunidad Europea no es responsable del uso de los datos que aquí aparecen.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Cajas-Jiron, Y; Sincalir, F. 2001. Characterization of multistrata sivo-pastoril system on seasonally dry pastures in the Caribbean region of Colombia. *Agroforestry Systems* 53:215-225.

Camargo, JC; Ibrahim, M; Somarriba, E; Finegan, B; Current, D. 2000. Factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural de laurel en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo y subhúmedo de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 7(26):46.

Colwell, RK. 1997. Estimates. Statistical estimation of species richness and shared species from samples (en línea). Estados Unidos, University of Connecticut. Disponible en <http://vicero-y.eeb.uconn.edu/estimates>.

Frankie, I; De Melo, E; Ferreira, J; Alexander, V. 2001 Effect of shading by native tree legumes on chemical composition of forage produced by *Penisetum purpureum* in Acre western Brazilian

Amazon. *In* International symposium on silvopastoril systems. Silvopastoril systems for reforestation of degraded tropical pasture ecosystems (2001, San José, CR). Ed. M. Ibrahim. p. 197-202.

Gibbons, P; Boak, M. 2002. The value of paddocks trees for regional conservation in an agricultural landscape. *Ecological Management* 3(3):207-212.

Guevara, S; Laborde, J; Sanchez, G. 1998. Are isolated trees in pastures a fragmented canopy? *Selbyana* 19(1):34-43.

Harvey, CA; Haber, WA. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Systems* 44:37-68.

InfoStat. 2004. InfoStat version 2004. Córdoba, AR, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.

Kaimowitz, D. 2001. Will livestock intensification help save Latin America Tropical Forest? *In* Angelsen, A; Kaimowitz, D. eds. *Agricultural technologies and tropical deforestation*. Wallingford, UK, CABI Publishing. p. 1-20.

Kleinn, C. 1992. On the compatibility of forest inventory results— The problem of compatible forest definitions. IUFRO conference on integrating forest management over space and time (1992, Canberra, AU). *Proceedings*. p. 13-17.

Lovejoy, TE. 1985. Rehabilitation of degraded tropical forest lands. *Environmentalist* 5:1-8.

Morales, D; Kleinn, C. 2001. El proyecto TROF. Algunas experiencias preliminares en Centro América. Taller Latinoamericano sobre información de árboles fuera de bosque y productos no maderables del bosque (2001, Caracas, VE). Síntesis. 8 p.

McAleece, N; Lambshead, J; Patterson, G; Gage, J. 1997. BioDiversity professional (en línea). The Natural History Museum and the Scottish Association for Marine Science. Consultado 24 oct. 2003. Disponible en <http://www.sams.ac.uk/dml/projects/benthic/dbpro/index.htm>

Muñoz, D. 2004. Conocimiento local sobre cobertura arbórea en sistemas de producción ganadera en dos localidades de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 206 p.

Nepstad, D; Uhl, C; Serrao, AS. 1990. Surmounting barriers to forest regeneration in abandoned, highly degraded pastures: a case study from Paragomiinas, Para, Brazil. *In* Anderson, AA. ed. *Alternatives to deforestation: Steps towards sustainable use of the Amazon rain forest*. Nueva York, US, Columbia University Press. p. 215-229.

Otero-Arnaiz, A; Castillo, S; Meave, J; Ibarra-Manriquez, G. 1999. Isolated pasture and the vegetation under their canopies in the Chiapas coastal plain, Mexico. *Biotropica* 31(2):243-254.

Schelhas, J; Greenberg, R. 1996. *Forest patches in tropical landscapes*. Washington, DC, US, Island press. 426 p.

Souza de Abreu, MH; Ibrahim, M; Harvey, C; Jiménez, F. 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de la Fortuna de San Carlos. Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 7(26):53-56.

_____. 2002. Contribution of trees to the control of heat stress in dairy cows and the financial viability of livestock farms in humid tropics. Thesis Ph.D. Turrialba, CR, CATIE. 146 p.

Stokes, LK. 2001. Farmers’ knowledge about the management and use of trees on livestock farms in the Cañas area of Costa Rica. Thesis Mag. Sc. Bangor, UK, University of Wales. 78 p.

Szotts, L; Ibrahim, M; Beer, J. 2000. The hamburger connection hanger: Cattle pasture land degradation and alternative land use in Central America. Turrialba, CR, CATIE. 71 p. (Serie Técnica, Informe técnico no. 313).